Münster i/W. 1934. No 144 Med Diss.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster/Westf.
Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund

Ueber den Einfluß von Arsenit und Arseniat auf die Sauerstoffzehrung überlebenden Gewebes

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

der Hohen Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster/Westf.

vorgelegt von

Alfons Leifert
Zahnarzt
aus Ibbenbüren

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i.W.

1933

Dekan: Prof. Dr. von Szily

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann

Korreferent: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster/Westf.

Meiner lieben Braut

gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547224_0090

Ueber den Einfluß von Arsenit und Arseniat auf die Sauerstoffzehrung überlebenden Gewebes.

Bei der Wirkung des Arsens auf den Gesamtorganismus zeigt die Erfahrung, daß große Dosen zu Gewichtsabnahme führen und niedrige Dosen Gewichtsansatz machen. Es sind also die assimilatorischen und dissimilatorischen Vorgänge im Organismus durch verschiedene Dosen in verschiedener Richtung beeinflußt. Die bei regelmäßiger Zufuhr kleiner Arsenmengen beobachtete Gewichtszunahme wird auf eine Steigerung der assimilatorischen Vorgänge zurückgeführt. Kramár[1]) führt die beschleunigende Wirkung des Arsens auf assimilatorische Prozesse auf eine Hemmung der oxydativen Abbauprozesse zurück. Eine Reihe von Beobachtungen über die Fermentgiftwirkungen liegen vor. Die Hefegärung wird ebenso wie die Zellatmung und das Milchsäurebildungsvermögen der Gewebe durch arsenige Säure gehemmt.[2]) Verschiedentlich ist der Einfluß auf die autolytischen Prozesse der Leber untersucht worden. Hess und Saxl[3]) beobachteten, daß arsenige Säure die Autolyse hemmt . Das trifft aber nur für mittlere und höhere Konzentrationen zu. Bei sehr geringen Mengen (0,07—0,1 mg. As auf 10 g Substanz) tritt eine deutliche Beschleunigung ein.[4]) Diese Wirkung zeigt nicht nur Arsentrioxyd, sondern auch die Arsenite und Arseniate der Alkalien. Arsen ist in allen seinen reaktionsfähigen Verbindungen pharmakologisch wirksam und zwar in letzter Linie als $\cdots AsO_3$ oder $\cdots AsO_4$. Die Arsensäure ist als solche kaum wirksam und wird es erst durch die beim Warmblüter rasche[5]), beim Kaltblüter sehr langsame Reduktion zu arseniger Säure[6]). In erster Reihe sind es jedenfalls die Vor-

---

[1]) Kramár u. Tomcsik: (Magyar orvosi Arch. 25, 61, 1924); zitiert nach Heffters Handb. d. exp. Pharm. 3, 1, 491, Springer, Berlin 1927.

[2]) Buchner, E. Buchner, H. u. M. Hahn: Die Cymasegärung S. 184, Berlin u. München 1903; Dresel, K. Biochem. Z. 178, 70, 1926.

[3]) Hess u. Saxl: Zschr. f. exp. Path. u. Ther. 5, 89, 1908.

[4]) Laqueut u. Ettinger: Zschr. f. physiol. Chem. 79, 1, 1912.

[5]) G. Joachimoglu, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1916, Bd. 80.

[6]) G. Joachimoglu, Biochem. Z. 1915, Bd. 70.

gänge der Oxydation, an denen sich die Giftwirkung der Arsenverbindungen abspielen. Soweit überlebendes Gewebe zur Untersuchung gekommen ist, sei auf folgende Feststellungen hingewiesen. Warburg[7]) und Onaka[8]) fanden an der Atmung kernhaltiger roter Blutkörperchen eine Hemmung des Sauerstoffverbrauches. Dresel fand, daß bei Rattengewebe der Sauerstoffverbrauch schneller und intensiver gehemmt wird als die milchsäurebildenden Abbauvorgänge; er vergleicht die Wirkung sogar mit der Blausäurewirkung. Hori[9]), der den Sauerstoffverbrauch von Leber, Niere und Skelettmuskulatur des Kaninchens unter der Wirkung von arseniger Säure in Konzentrationen von 0,000006—0,01 untersuchte, fand gleichfalls stets eine Hemmung und nie eine Förderung der Atmung. Szent Györgyi[10]) erhob denselben Befund an Leberbrei und ebenso Voegtlin[11]) etc. bei Rattengewebe. Wie im hiesigen Institut in der Versuchsanordnung von Haarmann und Bisping (unveröffentlichte Versuche) gezeigt werden konnte, daß Arsenite und Arseniate den intermediären Kohlenhydratstoffwechsel je nach der Konzentration in verschiedener Richtung beeinflussen und da ähnliche Befunde auch bei der Beeinflussung der Dehydrierungsreaktionen von Brackmann (unveröffentlicher Versuch) erhoben wurden, war es die Aufgabe der vorliegenden Arbeit, die Beeinflussung des Sauerstoffverbrauchs überlebender Gewebe durch arsensaure und arsenigsaure Salze erneut zu untersuchen und zwar mit der besonderen Fragestellung, wieweit die Wirkungsrichtung etwa bei stärkeren Verdünnungen eine Umkehr erfährt.

Methodik.

Der Sauerstoffverbrauch im Gewebe wurde mit der bekannten Warburg'schen Apparatur bestimmt. Die Versuche wurden bei einer Thermostattemperatur von 30° ausgeführt. Als Suspensionsflüssigkeit diente Phosphatpufferlösung von der Wasserstoffzahl pH = 7,0 und einem Phosphatgehalt von m/30. Auf alle weiteren Einzelheiten der Versuchsmethodik braucht hier nicht eingegangen zu werden, da sie

---

[7]) Warburg, O.: H. 70, 426, 1911.

[8]) Onaka, M.: H. 70, 433, 1911.

[9]) Hori, Isaburo: Jap. J. med. Sci. Trans. IV. Pharmakol. 3, 97, 1929, zit. nach Ronas Berichten über d. ges. Physiol. 54, 116, 1930.

[10]) Szent Györgyi, A. Biochemic. J. 24, 1723, 1930, zit. nach Rhonas Berichten über d. ges. Physiol. 61, 204, 1931.

[11]) Voegtlin, C.: Sanford, M.; Rosenthal and I. M. Johnson: Publ. Health. Rep. 1930, I, zit. nach Rhonas Ber. ü. d. ges. Physiol. 65, 536, 1932.

in früheren Arbeiten enthalten sind. (Vgl. Schöne: Inaugural-Dissertation Münster 1932). Untersucht wurden Natriumarsenit und Natriumarseniat. Die Konzentration an diesen Salzen in den Versuchen ist in den Tabellen angegeben. Die in den graphischen Darstellungen aufgezeichneten Werte sind auf den Kontrollversuch 100 bezogen.

Versuchsserie I.

In den folgenden Versuchen wurde die Atmungsgröße der zerschnittenen Muskulatur bei Gegenwart der Arsensalze geprüft. Die Sauerstoffzehrung des Gewebes hängt vor allem von der Menge der im Gewebe vorkommenden Brennstoffe ab. (Tabelle 1 und 2). Diese Tabellen zeigen die Versuchsergebnisse bei Verwendung von frischer Froschmuskulatur. Wie aus den Versuchen hervorgeht, beeinflussen Arsenit und Arseniat die Sauerstoffzehrung des Gewebes in ganz verschiedener Weise. Arsenit führt in mittleren Konzentrationen von 10^{-7} bis 10^{-6} zu einer Steigerung des Oxydationsvermögens. Die optimale Konzentration liegt bei 10^{-6}. Höhere Konzentrationen setzen die Sauerstoffaufnahme immer mehr herab. Bei den höchsten von uns verwendeten Konzentrationen von 10^{-2} beträgt sie nur noch

Tabelle 1 (ohne Zusatz).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde. 30 °.

Konzentrationen	Arsenit		Arseniat	
	1	2	1	2
Kontrollversuch	358	372	314	305
1.10^{-9}	354	369	244	279
1.10^{-8}	365	381	256	300
1.10^{-7}	369	388	276	322
1.10^{-6}	417	408	288	322
1.10^{-5}	379	338	316	324
1.10^{-4}	338	317	374	330
1.10^{-3}	222	261	291	334
1.10^{-2}	157	240	287	287
Versuchstier:	Frosch			

Tabelle 2 (ohne Zusatz).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde — Kontrollversuch = 100.

Konzentrationen	Arsenit			Arseniat		
	1	2	Mittel	1	2	Mittel
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100
1.10^{-9}	99	99	99	75	91	83
1.10^{-8}	102	102	102	82	98	90
1.10^{-7}	103	104	104	88	105	97
1.10^{-6}	116	110	113	92	105	99
1.10^{-5}	106	91	99	101	106	104
1.10^{-4}	94	85	90	119	108	114
1.10^{-3}	62	70	66	93	109	101
1.10^{-2}	44	64	54	91	94	93
Versuchstier:	Frosch					

etwa 50 % vom Kontrollversuch, ohne Zusatz von Arsenit. Die Arseniatwirkung besteht bei starken Verdünnungen zunächst in einer Hemmung der Sauerstoffaufnahme, die bei mittleren Konzentrationen in eine Förderung umschlägt. Maximale Steigerung liegt bei der Konzentration von 10^{-4}. Bei der höchsten Konzentration von 10^{-2} erfolgt eine geringe Verschlechterung. Die Versuche zeigen, daß die Hemmung durch Arsenit wesentlich stärker ist, als durch Arseniat.

Versuchsserie II.

Die Atmungsgröße der zerschnittenen Muskulatur ist z. T. durch die Anwesenheit von Laktat bedingt. Um den Abbau der Milchsäure besser hervortreten zu lassen, wurde die Milchsäurekonzentration durch Zugabe von Natriumlaktat vergrößert. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengestellt. Die Versuche zeigen in einheitlicher Weise das unterschiedliche Verhalten von Arsenit und Arseniat auf die Milchsäureoxydation. Arsenit setzt mit steigender Konzentration die Oxydation der Milchsäure herab, Arseniat dagegen beschleunigt sie; das Optimum der Wirkung liegt auch hier wie beim frischen Gewebe ohne Zusatz von Laktat bei einer Kon-

Tabelle 3 (Laktat).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde. 30 °.

Konzentrationen	Arsenit		Arseniat	
	1	2	1	2
Kontrollversuch	278	274	238	269
1.10^{-9}	221	235	231	260
1.10^{-8}	226	242	238	264
1.10^{-7}	227	250	226	308
1.10^{-6}	238	251	274	308
1.10^{-5}	241	251	304	336
1.10^{-4}	253	254	313	392
1.10^{-3}	179	204	250	301
1.10^{-2}	170	175	225	298
Versuchstier:	Frosch			

Tabelle 4 (Laktat).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde — Kontrollversuch = 100

Konzentrationen	Arsenit			Arseniat		
	1	2	Mittel	1	2	Mittel
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100
1.10^{-9}	80	86	83	97	97	97
1.10^{-8}	81	88	85	100	98	99
1.10^{-7}	82	91	87	95	114	105
1.10^{-6}	86	91	89	115	114	114
1.10^{-5}	87	91	89	128	125	127
1.10^{-4}	91	93	92	131	146	139
1.10^{-3}	65	75	70	105	112	109
1.10^{-2}	61	64	63	95	111	103
Versuchstier:	Frosch					

zentration von 10^{-4}. Die Sauerstoffaufnahme wird hier um etwa 40 % verstärkt. Die Versuche lassen die sehr starke Stoffwechselwirksamkeit von arsenigen Salzen auf den Milchsäureabbau erkennen, der bereits bei einer Konzentration von 10^{-9} stark nachweisbar ist.

Versuchsserie III.

Im Folgenden wurde die Atmungsgröße von Skelettmuskelgewebe auf Zusatz von Glykogen untersucht. Wie aus den Tabellen 5 und 6 hervorgeht, entsprechen die Versuchsergebnisse im Allgemeinen denen an Gewebe ohne Zusatz. Auch hier zeigt sich die starke Verzögerung der Sauerstoffaufnahme durch geringe Mengen von Arseniat, während Arsenit in gleichen Konzentrationen nahezu wirkungslos ist. Mit ansteigender Konzentration nimmt dann die Sauerstoffzehrung zu bis zu einem Optimum, das für beide Reihen der Arsenverbindungen bei einer Konzentration von 10^{-4} liegt. Höhere Konzentrationen führen dann besonders stark beim Arsenit zu einer zunehmenden Hemmung der Sauerstoffaufnahme. Die Wirkungskurven beider Salze zeigen also die gleiche Verlaufsrichtung.

Tabelle 5 (Glykogen).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde. 30 °.

Konzentrationen	Arsenit		Arseniat	
	1	2	1	2
Kontrollversuch	252	240	276	230
1.10^{-9}	224	238	214	156
1.10^{-8}	227	250	216	184
1.10^{-7}	248	250	235	188
1.10^{-6}	259	255	252	201
1.10^{-5}	261	258	269	223
$1,10^{-4}$	278	271	335	299
1.10^{-3}	183	185	273	220
1.10^{-2}	156	175	265	207
Versuchstier:	Frosch			

Tabelle 6 (Glykogen).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde — Kontrollversuch = 100

Konzentrationen	Arsenit			Arseniat		
	1	2	Mittel	1	2	Mittel
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100
1.10^{-9}	89	99	94	78	68	73
1.10^{-8}	90	104	97	78	80	79
1.10^{-7}	99	104	97	85	82	83
1.10^{-6}	103	106	105	91	88	90
1.10^{-5}	104	107	106	98	97	98
1.10^{-4}	110	113	112	121	130	126
1.10^{-3}	73	77	75	98	96	97
1.10^{-2}	62	73	68	96	90	93
Versuchstier:	Frosch					

Versuchsserie IV.

Der Glukoseabbau im Gewebe vollzieht sich je nach den Organen auf verschiedenen Wegen. Die meisten Organe benötigen hierzu der Mitwirkung von Phosphorsäure, die dabei intermediär Hexosephosphorsäure bildet. Ein Beispiel für diese Art des Glukoseabbaues ist das Herzmuskelgewebe, das in der folgenden Versuchsserie zur Anwendung kam. Beim Vergleich der Arsenit- und Arseniatversuche, die in den Tabellen 7 und 8 zusammengestellt sind, zeigt sich in dem von uns untersuchten Konzentrationsbereich ein Unterschied zwischen Arsenit und Arseniat. Während Arsenit schon in den stärksten Verdünnungen zu einer Steigerung des Sauerstoffverbrauchs bei Glukosezusatz führt, die bei 10^{-5} ihr Optimum mit einer Vermehrung annähernd um 50 % hat, macht Arseniat zunächst eine Hemmung mäßigen Grades, die erst bei 10^{-5} in eine Förderung umschlägt und bei 10^{-4} ihren Höhepunkt mit einer Vermehrung um 40 % hat. Bei weiterem Anstieg der Konzentrationen führen beide Salze eine Hemmung herbei, die bei Arsenit ausgesprochener ist als bei Arseniat.

Tabelle 7 (Glukose).

Herz.

cmm O_2 in 1 Stunde. 30 °.

Konzentrationen	Arsenit		Arseniat	
	1	2	1	2
Kontrollversuch	189	254	234	218
1.10^{-9}	184	296	220	213
1.10^{-8}	208	296	216	216
1.10^{-7}	234	324	219	212
1.10^{-6}	296	331	230	216
1.10^{-5}	334	317	271	255
1.10^{-4}	257	246	324	309
1.10^{-3}	179	210	263	251
1.10^{-2}	171	208	229	230
Versuchstier:	Rind			

Tabelle 8 (Glukose).

Herz.

cmm O_2 in 1 Stunde — Kontrollversuch = 100

Konzentrationen	Arsenit			Arseniat		
	1	2	Mittel	1	2	Mittel
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100
1.10^{-9}	97	116	107	84	98	96
1.10^{-8}	110	116	113	92	99	96
1.10^{-7}	124	128	126	94	97	96
1.10^{-6}	157	130	144	98	99	99
1.10^{-5}	177	125	151	116	117	117
1.10^{-4}	136	97	117	138	142	140
1.10^{-3}	95	83	89	112	115	114
1.10^{-2}	91	82	87	98	05	102
Versuchstier	Rind					

Versuchsserie V.

Das Hirngewebe baut Glukose auf einem grundsätzlich anderen Wege ab, nämlich ohne die intermediäre Bildung von Phosphorsäureester. Es war die Frage, ob auch dieser Abbauweg der Glukose durch die Arsenverbindungen in der gleichen Weise beeinflußt wird, da bei anderen Giftwirkungen gezeigt werden konnte, daß die beiden Abbauwege der Glukose Giften gegenüber verschiedene Empfindlichkeit haben können. Die Versuche sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellt. Der Kurvenverlauf ist im Wesentlichen der gleiche wie in den übrigen Versuchsreihen. Es besteht nur insofern ein Unterschied, als hier auch bei Arsenit die stärksten Verdünnungen ebenso wie die höchsten Konzentrationen den Sauerstoffverbrauch hemmen und in den mittleren Konzentrationen eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs eintritt, während in den bisherigen vorangehenden Versuchsreihen meist Arsenit in den stärksten Verdünnungen beschleunigt. Im Ganzen überwiegt beim Arsenit die Hemmungswirkung und beim Arseniat die Beschleunigung.

Tabelle 9 (Glukose).

Hirn.

cmm O_2 in 1 Stunde. 30°.

Konzentrationen	Arsenit		Arseniat	
	1	2	1	2
Kontrollversuch	254	247	212	227
1.10^{-9}	221	220	199	228
1.10^{-8}	238	220	207	243
1.10^{-7}	238	254	234	257
1.10^{-6}	259	257	243	259
1.10^{-5}	261	271	272	286
1.10^{-4}	274	214	285	303
1.10^{-3}	197	202	231	241
1.10^{-2}	171	201	193	203
Versuchstier:	Rind	Kaninchen	Hund	

Tabelle 10 (Glukose).

Hirn.

cmm O_2 in 1 Stunde — Kontrollversuch = 100

Konzentrationen	Arsenit			Arseniat		
	1	2	Mittel	1	2	Mittel
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100
1.10^{-9}	87	89	88	94	100	97
1.10^{-8}	94	89	92	98	107	103
1.10^{-7}	94	103	99	110	113	112
1.10^{-6}	102	104	103	114	114	114
1.10^{-5}	103	110	107	128	123	127
1.10^{-4}	108	87	97	135	134	135
1.10^{-3}	78	82	80	109	106	108
1.10^{-2}	67	82	75	91	89	90
Versuchstier:	Rind Kaninchen					

Versuchsserie VI.

Während bei allen bisher besprochenen Versuchen sich erhebliche qualitative und quantitative Unterschiede in der Arsenit- und Arseniatwirkung auffinden ließen, zeigen die folgenden Versuche mit Hexosediphosphat als Substrat für beide Arsensalze den gleichen Wirkungstyp. (Tabelle 11 und 12). Die stärkste Verzögerung der Oxydation von Hexosediphosphat zeigt sich bei der geringsten von uns verwendeten Konzentration von 10^{-9}. Die Giftwirkung nimmt mit ansteigender Konzentration ab. Bei der Konzentration von 10^{-4} ist die Giftwirkung auf die Oxydation der Hexosediphosphorsäure verloren gegangen und nicht mehr nachweisbar. Zu einer Steigerung der Sauerstoffaufnahme über diesen Indifferenzpunkt hinaus kommt es jedoch nicht, sondern lediglich zu einer ansteigenden Hemmung. Das Arsenit ist hier ein stärkeres Hemmungsmittel als Arseniat. Besonders hervorgehoben sei hier, daß die stärksten Verdünnungen von Arseniat (10^{-9}) und die höchsten Konzentrationen (10^{-2}) auf die Oxydation der Hexosediphosphorsäure gleich stark wirken.

Tabelle 11 (Hexosediphosphorsäure).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde. 30 °.

Konzentrationen	Arsenit		Arseniat	
	1	2	1	2
Kontrollversuch	310	297	390	235
1.10^{-9}	224	259	285	199
1.10^{-8}	239	261	291	208
1.10^{-7}	247	264	352	212
1.10^{-6}	263	272	348	231
1.10^{-5}	281	282	357	231
1.10^{-4}	317	303	391	235
1.10^{-3}	210	224	361	196
1.10^{-2}	194	215	305	181
Versuchstier:	Frosch			

Tabelle 12 (Hexosediphosphorsäure).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde — Kontrollversuch = 100

Konzentrationen	Arsenit			Arseniat		
	1	2	Mittel	1	2	Mittel
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100
1.10^{-9}	72	87	80	73	85	79
1.10^{-8}	77	88	83	75	89	82
1.10^{-7}	80	89	85	90	90	90
1.10^{-6}	86	92	89	90	98	94
1.10^{-5}	91	95	93	92	98	95
1.10^{-4}	102	102	102	100	100	100
1.10^{-3}	68	76	72	93	84	89
1.10^{-2}	64	73	69	78	77	78
Versuchstier:	Frosch					

Versuchsserie VII.

Stark mit Wasser extrahiertes Muskelgewebe hat die Fähigkeit der Sauerstoffaufnahme eingebüßt. Das hat seinen Grund darin, daß die noch im Gewebe verbliebenen Fermente wegen Mangel an Brennmaterial nicht in Wirksamkeit treten können. Fügt man zu einem so vorbehandelten Gewebe Bernsteinsäure hinzu, so wird die Sauerstoffatmung durch Verbrennung der Bernsteinsäure reaktiviert. Den Einfluß von Arsenit und Arseniat auf die Bernsteinsäureoxydation zeigen die Tabellen 13 und 14. Wie aus ihnen hervorgeht, ist bei Bernsteinsäure keine nennenswerte Einwirkung. Nur bei den mittleren Konzentrationen kommt es zu einer leichten Aktivierung des Bernsteinsäureabbaues. Die höchste Konzentration von 10^{-2} verschlechtert Bernsteinsäureoxydation. Arsenit wirkt bereits in stärksten Verdünnungen verschlechternd auf die Sauerstoffaufnahme bei Gegenwart von Bernsteinsäure. Bemerkenswert ist, daß die niedrigste und höchste Konzentration von Arsenit gleich stark den Sauerstoffverbrauch des ausgewaschenen Muskels bei Zusatz von Bernsteinsäure hemmen, also das gleiche Verhalten zeigen, wie oben bei der

Tabelle 13 (Bernsteinsäure).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde. 30°.

Konzentrationen	Arsenit		Arseniat	
	1	2	1	2
Kontrollversuch	378	327	404	250
1.10^{-9}	271	296	379	250
1.10^{-8}	361	298	376	273
1.10^{-7}	364	308	380	299
1.10^{-6}	396	373	410	305
1.10^{-5}	392	317	406	299
1.10^{-4}	382	314	384	295
1.10^{-3}	361	267	365	270
1.10^{-2}	305	263	309	232
Versuchstier:	Kaninchen			

Tabelle 14 (Bernsteinsäure).

Muskel.

cmm O_2 in 1 Stunde — Kontrollversuch = 100

Konzentrationen	Arsenit			Arseniat		
	1	2	Mittel	1	2	Mittel
Kontrollversuch	100	100	100	100	100	100
1.10^{-9}	72	91	82	94	100	97
1.10^{-8}	96	91	94	94	109	101
1.10^{-7}	96	94	95	94	119	107
1.10^{-6}	105	114	110	101	122	111
1.10^{-5}	104	97	101	100	119	110
1.10^{-4}	101	96	99	95	118	107
1.10^{-3}	96	82	89	90	108	99
1.10^{-2}	81	80	81	77	93	85
Versuchstier:	Kaninchen					

Einwirkung von Arseniat auf den Abbau von Hexosediphosphat durch unausgewaschenen Muskel. Mittlere Konzentrationen sind wirkungslos bzw. führen zu einer mäßigen Steigerung der Sauerstoffaufnahme.

Zusammenfassung.

Es wurde der Einfluß von Arsenit und Arseniat auf den Sauerstoffverbrauch des Gewebes untersucht. Die Versuchsergebnisse sind in der Uebersichtstabelle zusammengefaßt. Die Versuche haben den Nachweis erbracht, daß Arsenit und Arseniat die Oxydation einer Reihe von Verbindungen in ganz verschiedener Weise beeinflussen. In gleichen Konzentrationen verhält sich Arsenit sehr häufig genau umgekehrt wie Arseniat. In gleich höheren Konzentrationen werden die Oxydationsvorgänge durch Arsenit weit stärker gehemmt als durch Arseniat. Beim Abbau der Milchsäure und der Glukose im Herzmuskel tritt auch hier bei Arseniat keine Herabsetzung der Sauerstoff-

Tabelle 15.

Uebersichtstabelle.

Untersuchte Verbindungen	Arsenit			Arseniat		
	Konzentration			Konzentration		
	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark
1. Gesamtbrennstoffe im Gewebe	∅	+	− − −	−	+	−
2. Milchsäure	−	−	− −	∅	++	∅
3. Glykogen	−	+	− −	− −	++	−
4. Glukose: Herz	+	+++	−	∅	++	∅
5. Glukose: Hirn	−	∅	− −	∅	++	−
6. Hexosediphosphat . . .	− −	∅	− −	− −	∅	− −
7. Bernsteinsäure	−	+	−	∅	+	−

Zeichenerklärung: ∅ = ohne Einwirkung ± 5%
+ = leichte Steigerung + 6 – 20%
++ = starke Steigerung + 21 – 40%
+++ = sehr starke Steigerung > 41%
− = leichte Hemmung − 6 – 20%
− − = starke Hemmung − 21 – 40%
− − − = sehr starke Hemmung > 41%

zehrung auf. In mittleren Konzentrationen führen Arsenit und Arseniat zumeist zu einer Steigerung der Oxydationsvorgänge. Diese Wirkungsrichtung ist beim Arseniat stärker ausgeprägt als beim Arsenit. Eine Ausnahme bildet der Glukoseabbau im Herzmuskelgewebe. Milchsäureoxydation wird durch mittlere Konzentrationen von Arseniat stark beschleunigt, durch Arsenit aber gehemmt. Bemerkenswert ist das Verhalten des Glukoseabbaues im Hirngewebe den beiden Giften gegenüber. Arseniat regt die Glukoseoxydation stark an, Arsenit dagegen läßt sie unbeeinflußt. In starken Verdünnungen sind für beide Reihen von Salzen, falls eine Einwirkung nachweisbar ist, lediglich Hemmungswirkungen feststellbar, mit Ausnahme des Glukoseabbaues im Herzmuskel, der durch Arsenit angeregt wird. Bei der Einwirkung von Arsenit und Arseniat auf die Oxydationsvorgänge tritt das merkwürdige Verhalten der oxydativen Vorgänge den Giften gegenüber in Erscheinung, indem häufig die sehr starken Verdünnungen in gleicher Weise die Sauerstoffaufnahme beeinflussen wie hohe Konzentrationen. Alle diese Befunde konnten nur erhoben werden infolge der Ausdehnung der Versuchsreihen auf die stärkeren Verdünnungen. Die von uns angewandten höheren Konzentrationen von Arsenit entsprechen etwa denen der Voruntersucher, über die anfangs berichtet wurde. Auch wir fanden dabei lediglich eine Hemmungswirkung durch Arsenit. Arseniat ist bisher nur von Meyerhof[12]) untersucht worden, der ebenso wie wir eine Steigerung der Atmung und der Milchsäurebildung fand. Es fehlten Untersuchungen über die stärkeren Verdünnungsgrade von Arsenit, bei denen die Sauerstoffaufnahme gleichfalls gefördert werden kann. Die vorliegenden Versuche stellen also einen weiteren Beitrag dar zu der höchst verwickelten Frage nach der Abhängigkeit von der Wirkungsrichtung der Gifte von dem Verdünnungsgrade der einwirkenden Stoffe.

---

[12]) Meyerhof: Die chemischen Vorgänge im Muskel, Springer-Berlin 1930.

Lebenslauf.

Ich wurde am 15. Juni 1902 als Sohn des Konrektors Ludger Leifert zu Ibbenbüren/Westf. geboren. Nach Absolvierung der Volksschule besuchte ich in Ibbenbüren die Rektoratschule bis zur Obertertia, um dann meine weitere Ausbildung in Rheine auf dem Gymnasium Dionysianum zu erhalten, das ich 1922 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Nach 2½jähriger Tätigkeit als Banklehrling wandte ich mich dem Studium der Rechtswissenschaft zu. Im Wintersemester 1928/29 begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Universität zu Münster. Dort bestand ich Ostern 1931 das zahnmedizinische Vorexamen und gegen Ende des Wintersemesters 1932/33 das zahnärztliche Staatsexamen.